

PAT-NO: JP02001355504A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001355504 A

TITLE: KNOCK CONTROL SYSTEM OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

PUBN-DATE: December 26, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TANAYA, KIMIHIKO	N/A
HATAZAWA, YASUYOSHI	N/A
OKAMURA, KOICHI	N/A
KOIWA, MITSURU	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MITSUBISHI ELECTRIC CORP	N/A

APPL-NO: JP2000179764

APPL-DATE: June 15, 2000

INT-CL (IPC): F02D045/00, F02P005/152 , F02P005/153 , F02P017/12

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the knock determination accuracy by determining the generation of knock on the basis of the maximum value (MAX) of the number of knock pulse (n<sub>pn</sub>).

SOLUTION: This knock control system is provided with a knocking detecting means for extracting a vibration component of the knock generated in an internal combustion engine and overlapped with the ion current and for shaping the waveform thereof with the predetermined threshold value and for generating the knock pulse train K<sub>p</sub> showing the knock strength with the number of pulse, and an engine control unit for counting the number of pulse N of the knock pulse train K<sub>p</sub> output from the knock detecting means and for determining the existence of the knock on the basis of the number of pulse N. The engine control unit computes the knock determining threshold value (BGL) by holding the peak at a value as  $\alpha$ ; times as large as the number of pulse.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-355504  
(P2001-355504A)

(43) 公開日 平成13年12月26日 (2001. 12. 26)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	データ(参考)
F 0 2 D 45/00	3 6 8	F 0 2 D 45/00	3 6 8 C 3 G 0 1 9
F 0 2 P 5/152		F 0 2 P 5/15	D 3 G 0 2 2
5/153		5/155	D 3 G 0 8 4
17/12		17/00	F

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2000-179764(P2000-179764)

(22) 出願日 平成12年6月15日 (2000. 6. 15)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 棚谷 公彦

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72) 発明者 畑澤 康善

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(74) 代理人 100057874

弁理士 曾我 道照 (外6名)

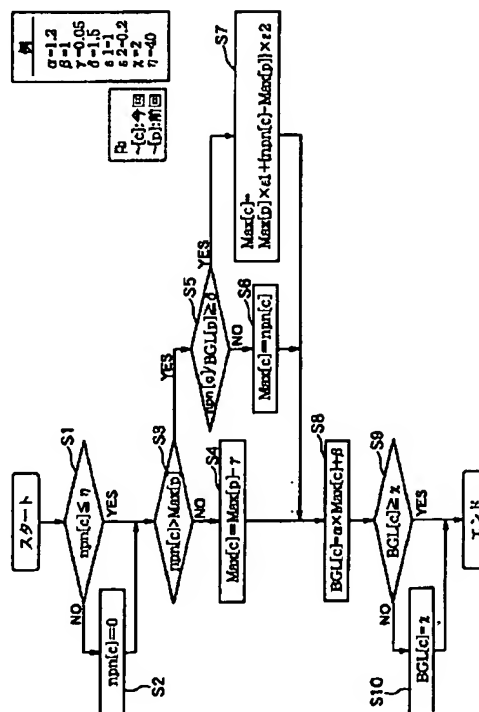
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関のノック制御装置

(57) 【要約】

【課題】 ノックパルス数 (npn) の最大値 (MAX) に基づいてノック判定を行うことにより、ノック判定精度を改善する。

【解決手段】 本発明に係るノック制御装置は、内燃機関で発生するノックを、イオン電流に重畳する振動成分を抽出して所定の閾値で波形整形し、パルス数でノック強度を示すノックパルス列Kpを発生するノック検出手段と、前記ノック検出手段から出力されるノックパルス列Kpのパルス数Nをカウントし、このパルス数Nに基づいてノックの有無を判定するエンジン制御ユニットとを備え、前記エンジン制御ユニットは、前記パルス数をα倍してピークホールドを行ってノック判定閾値 (BGL) を算出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関で発生するノックを、イオン電流に重畳する振動成分を抽出して所定の閾値で波形整形し、パルス数でノック強度を示すノックパルス列Kpを発生するノック検出手段と、

前記ノック検出手段から出力されるノックパルス列Kpのノックパルス数npnをカウントし、このノックパルス数npnに基づいてノックの有無を判定するエンジン制御ユニットと、

を備え、

前記エンジン制御ユニットは、前記パルス数を $\alpha$ 倍してピークホールドを行ってノック判定閾値(BGL)を算出することを特徴とするノック制御装置。

【請求項2】 ノック判定閾値(BGL)は、次式

$$BGL = \alpha \times MAX + \beta$$

$\alpha$ : 定数

$\beta$ : 定数

で計算され、

MAXは燃焼サイクル毎に更新されていくが、発生したノックパルス数(npn)が現在のMAX値以上であれば、次式

$$MAX = MAX \times \epsilon 1 + (npn - MAX) \times \epsilon 2$$

ここで、 $\epsilon 1$ および $\epsilon 2$ は補正係数、で更新され、ノックパルス数npnがMAX値以下であるサイクルが続く場合、所定期間MAX値をホールドし、更に前記所定期間以降は所定の速度( $\gamma$ )で前記MAX値を減算していくことを特徴とする請求項1記載のノック制御装置。

【請求項3】 前記エンジン制御ユニットは、前記ノックパルス数(npn)とノックの判定閾値(BGL)で示されるS/N比(npn/BGL)が所定値( $\delta$ )以上か、それ未満かによって前記補正係数の少なくとも一方を切り替えることを特徴とする請求項2記載のノック制御装置。

【請求項4】 前記エンジン制御ユニットは、前記ノックパルス数(npn)が前記ノックの判定閾値(BGL)より大きい(npn > BGL)時に、ノックを検出して遅角量が発生させることを特徴とする請求項2記載のノック制御装置。

【請求項5】 前記エンジン制御ユニットは、ノック強度npを、次式 $np = npn / MAX$ 、又は $np = npn / BGL$

により算出し、算出されたノック強度npに応じた遅角量が発生することを特徴とする請求項4記載のノック制御装置。

【請求項6】 前記エンジン制御ユニットは、前記ノックパルス数npnの上限を設けることを特徴とする請求項1乃至5の何れかに記載のノック検出装置。

【請求項7】 前記エンジン制御ユニットは、前記ノックパルス数npnの上限値で制限がかかった場合には、

前記MAX値を更新せずに現在の値を維持し、更に所定点火サイクル間に所定回数以上の異常サイクル(npnが制限値以上)が発生した場合にはノック制御を禁止することを特徴とする請求項6記載のノック検出装置。

【請求項8】 前記エンジン制御ユニットは、ノックパルスのS/N比によって切り替えられる前記補正係数 $\epsilon 1$ および $\epsilon 2$ の値を、発生している点火時期の遅角量によっても変更することを特徴とする請求項3、6および7の何れかに記載のノック制御装置。

10 【請求項9】 前記エンジン制御ユニットは、機関の運転条件が急激に変化していると判断した場合には、前記補正係数 $\epsilon 1$ および $\epsilon 2$ 、前記MAX値の減少速度( $\gamma$ )および前記係数 $\alpha$ のうちの少なくとも一つを所定の期間に亘って減少または増加させることを特徴とする請求項2乃至8の何れかに記載のノック制御装置。

【請求項10】 前記エンジン制御ユニットは、機関の運転条件が過渡状態と判定した場合には、ノックパルス数が増加する方向、又は減少する方向に運転条件が変化しているのかを判定して、所定期間に亘ってBGLの上昇、減少速度を決めるパラメータを切り替えることを特徴とする請求項2乃至8の何れかに記載のノック制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、イオン電流に重畳する振動成分をパルス化し、そのパルス数によって内燃機関のノック制御を行うノック制御装置に関し、特に、発生するパルス数が外的要因(燃料、プラグ汚損など)によって変化しても安定したノック制御を行うことができるノック制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】内燃機関において、燃料が燃焼するとイオンが発生することが知られている。そこで、機関の各気筒内に高電圧を印加したプローブを設置することにより、このイオンをイオン電流として検出することができる。更に、このイオン電流には、ノックと同じ振動周波数の振動成分が重畳することが知られており、この振動成分を抽出してノック制御が行われている。

【0003】一般的なイオン電流によるノック制御装置では、イグニッションコイルで発生する2次電圧を利用してイオン電流を検出するための高電圧を生成させて、点火のための放電終了後から点火プラグに前記高電圧を印加してイオン電流を測定している。このイオン電流からバンドパスフィルター(BPF)によってノック周波数帯の振動成分を抽出し、アンプによる信号増幅を行い、検出閾値との比較によって波形整形してノックパルスを生成している。図10は無ノック時のイオン電流波形、増幅された振動成分、およびノックパルスを示している。図11は同様にノック発生時の波形を示しており、これらの図からノックパルス数によってノック状態

の検出が可能であることが分かる。

【0004】前記ノックパルスはエンジン制御ユニットに送られ、ノックが発生しているか判定を行い、この判定結果に基づいて点火時期の制御、すなわちノック制御が行われる。

【0005】従来のノック判定は、ECUによってカウントされたノックパルス数( $n_{pn}$ )の平均値(AVE)と不感帯(OFS)から構成されていた。ノックパルス数平均値(AVE)は各気筒毎のノックパルス数( $n_{pn}$ )の移動平均によって算出される学習値であり、次式により表される。

移動平均:  $AVE = AVE + (n_{pn} - AVE) \times K_{flt}$

ここで、 $K_{flt}$ は補正係数で、0~1の値である。一方、不感帯(OFS)はノックパルス数( $n_{pn}$ )のばらつきを吸収するための変数であり、内燃機関の回転数・負荷をパラメータとしたマップ値である。従って、各気筒毎に下式によってバックグランドレベル(BGL)を算出し、このバックグランドレベルを用いてノック判定を行っている。

$BGL = AVE + OFS$

図9は実際の内燃機関で得られた無ノック状態における $n_{pn}$ 、AVEおよびBGLの推移である。図9に示されるように大きなパルスは間欠的に発生するため、AVEのみではBGLは非常に低い位置(値)を推移することになる。そのため、無ノック状態にもかかわらず、 $n_{pn} > BGL$ の場合には、不必要な遅角(ノイズリタード)が発生してしまい、その結果機関のパワーロスが発生する。これを防止するためにOFSを設定するが、図9のように、OFSがBGLを決定する支配的要因となってしまう傾向がある。

ノック強度( $n_p$ )は、次式

$n_p = n_{pn} - BGL$  (ここで、 $n_p \geq 0$  の制限あり)

で表され、 $n_p$ に応じて点火時期の遅角(リタード)量が決定される。 $n_p \geq 1$ 、すなわちノックが発生したと判断された場合には、AVE算出のための $K_{flt}$ を切り替えて、BGLの不必要な上昇が抑えられている。更に、 $n_p < 1$ でも、 $n_{pn} \geq AVE$ の場合と、 $n_{pn} < AVE$ の場合とで、 $K_{flt}$ の切り替えが行われる。また、遅角量には内燃機関の回転数と負荷とをパラメータとした保持時間があり、この所定の保持時間内に新たな遅角が発生しない場合には、遅角量は所定の速度で減少していく。保持時間中に新たな遅角が発生した場合には、保持時間はその時点からの時間となる。

【0006】機関の運転条件の急激な変化は通常、スロットル開度の変化率や回転数の変化率で判定される。これらの条件により急激な変化が発生した(過渡状態)とECUによって判断されると、所定の期間の間、OFSマップが過渡用マップに切り替わる。これは、運転状態

の変化によって生じるノックパルス数の変化をノックと誤判定しないため、または過渡時に発生するノックの検出性を高めるために行われるものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】前述した従来方式では、AVEの追従性を最大にしてもAVEの最大値は $n_{pn}$ であり、 $n_{pn}$ のばらつきによるノイズリタードを回避するためには、 $n_{pn}$ のばらつき以上のOFSが必要になる。しかしながら、燃料やプラグの種類、プラグ汚損の影響または内燃機関の経時変化などにより、 $n_{pn}$ の発生数が変化すると、当然ながら適正なOFSも変化するため、この方式では $n_{pn}$ の外的要因による変化に対応できないという問題点があった。これらの要因により適正なOFSが設定値よりも大きくなると、すなわちOFSが不足した場合、AVEの学習効果によってBGLはほぼ $n_{pn}$ 相当となるが、ノックの判定条件が、 $n_p \geq 1$ で $K_{flt}$ を切り替えるため、平均的なばらつき範囲であってもノックと判定し易く、ノックが発生していない状態にもかかわらず遅角が発生し、遅角量が最大値に達してしまうという問題点があった。

【0008】すなわち、 $K_{flt}$ を変更してAVEの追従性を向上しても、AVEの最大値は $n_{pn}$ でありノックパルス数のばらつきによるノイズリタードを防止するためには、このばらつき以上のOFSを必要とするが、このばらつきは各種の条件によって様々に変化してしまう。

【0009】また、前述の理由で全気筒の最大ばらつきでOFSを設定することになると、ノックパルス数の少ない場合やノックパルス数の少ない気筒があると、ノックが発生していても検出不能に陥ってしまうという問題点がある。そこで本発明は、ノックパルス数( $n_{pn}$ )の最大値(MAX)に基づいてノック判定を行うことにより、前述した問題点を解決することを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明に係るノック制御装置は、内燃機関で発生するノックを、イオン電流に重畳する振動成分を抽出して所定の閾値で波形整形し、パルス数でノック強度を示すノックパルス列 $K_p$ を発生するノック検出手段と、前記ノック検出手段から出力されるノックパルス列 $K_p$ のノックパルス数 $n_{pn}$ をカウントし、このノックパルス数 $n_{pn}$ に基づいてノックの有無を判定するエンジン制御ユニットとを備え、前記エンジン制御ユニットは、前記パルス数を $\alpha$ 倍してピークホールドを行ってノック判定閾値(BGL)を算出するものである。また、ノック判定閾値(BGL)は、次式

$BGL = \alpha \times MAX + \beta$

$\alpha$ : 定数

$\beta$ : 定数

で計算され、MAXは燃焼サイクル毎に更新されていくが、発生したノックパルス数(npn)が現在のMAX値以上であれば、次式

$$MAX = MAX \times \epsilon 1 + (npn - MAX) \times \epsilon 2$$

ここで、 $\epsilon 1$ および $\epsilon 2$ は補正係数、で更新され、ノックパルス数npnがMAX値以下であるサイクルが続く場合、所定期間MAX値をホールドし、更に前記所定期間以降は所定の速度( $\gamma$ )で前記MAX値が減算されていくことが好ましい。さらに、記エンジン制御ユニットは、前記ノックパルス数(npn)とノックの判定閾値(BGL)で示されるS/N比(npn/BGL)が所定値( $\delta$ )以上か、それ未満かによって前記補正係数の少なくとも一方を切り替えることが好ましい。さらにまた、前記エンジン制御ユニットは、前記ノックパルス数(npn)が前記ノックの判定閾値(BGL)より大きい(npn > BGL)時に、ノックを検出して遅角量を発生させることが好ましい。また、前記エンジン制御ユニットは、ノック強度npを、次式

$$np = npn / MAX、又は$$

$$np = npn / BGL$$

により算出し、算出されたノック強度npに応じた遅角量を発生することが好ましい。さらに、前記エンジン制御ユニットは、前記ノックパルス数npnの上限を設けることが好ましい。さらにまた、前記エンジン制御ユニットは、前記ノックパルス数npnの上限値で制限がかかった場合には、前記MAX値を更新せずに現在の値を維持し、更に所定点火サイクル間に所定回数以上の異常サイクル(npnが制限値以上)が発生した場合にはノック制御を禁止することが好ましい。また、前記エンジン制御ユニットは、ノックパルスのS/N比によって切り替えられる前記補正係数 $\epsilon 1$ および $\epsilon 2$ の値を、発生している点火時期の遅角量によっても変更することが好ましい。さらに、前記エンジン制御ユニットは、機関の運転条件が急激に変化していると判断した場合には、前記補正係数 $\epsilon 1$ および $\epsilon 2$ 、前記MAX値の減少速度( $\gamma$ )および前記係数 $\alpha$ のうちの少なくとも一つを所定の期間に亘って減少または増加させることが好ましい。さらにまた、前記エンジン制御ユニットは、機関の運転条件が過渡状態と判定した場合には、ノックパルス数が増加する方向、又は減少する方向に運転条件が変化しているのかを判定して、所定期間に亘ってBGLの上昇、減少速度を決めるパラメーターを切り替えることが好ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態について添付図面を参照して説明する。

【0012】実施の形態1. 図1は本発明に係るノック制御装置を概略的に示す構成図であり、各気筒の点火プラグに対してディストリビュータを介した高圧配電を行う場合を示している。図2は図1の各信号の動作波形を

示すタイミングチャートであり、イオン電流iにノック信号波形が重畳している状態を示している。

【0013】図1において、内燃機関(図示せず)のクランク軸にはクランク角センサ1が設けられており、クランク角センサ1は、エンジン回転数に応じたパルスからなるクランク角信号SGTを出力する。

【0014】クランク角信号SGTの各パルスエッジは、内燃機関の各気筒(図示せず)のクランク角基準位置を示しており、クランク角信号SGTは、マイクロコンピュータからなるECU2に入力されて種々の制御演算に用いられる。

【0015】エンジン制御ユニット(ECU)2は、後述する波形処理手段から入力されるノックパルス列Kpのパルス数Nをカウントするカウンタ21と、パルス数Nに基づいてノックの有無を判定するための中央演算処理装置(CPU)22を含む。

【0016】また、ECU2は、クランク角センサ1からのクランク角信号SGTを取り込むとともに、各種センサ(図示せず)からの運転情報を取り込み、運転状態に応じた種々の演算を行い、点火コイル4等を含む各種アクチュエータに対して駆動信号を出力する。

【0017】点火コイル4に対する駆動信号すなわち点火信号Pは、点火コイル4の一次巻線4aに接続されたパワートランジスタTRのベースに印加され、パワートランジスタTRをオンオフ制御して一次電流i1を通電遮断する。一次電流i1の遮断により一次電圧V1が上昇し、点火コイル4の二次巻線4bは、さらに昇圧された二次電圧V2を点火用高電圧(数10kV)として発生する。

【0018】二次巻線4bの出力端子に接続されたディストリビュータ7は、内燃機関の回転に同期して、二次電圧V2を各気筒内の点火プラグ8a~8dに順次分配して印加することにより、点火制御気筒の燃焼室内に放電火花を発生させて混合気を燃焼させる。

【0019】一次巻線4aの一端に接続された整流ダイオードD1、電流制限用の抵抗器R、電圧制限用のツェナーダイオードDZに並列接続されたコンデンサ9および整流ダイオードD2からなる直列回路は、一次巻線4aの一端からグランドに接続され、コンデンサ9(イオン電流検出用のバイアス電源)に対する充電電流を流す経路を構成している。

【0020】ツェナーダイオードDZの両端間に並列接続されたコンデンサ9は、一次電圧V1による充電電流により所定のバイアス電圧VBi(数100V)に充電されて、イオン電流iを検出するためのバイアス電源として機能し、点火プラグ8a~8dのうちの点火制御直後の点火プラグを介して放電することによりイオン電流iを流す。

【0021】コンデンサ9の一端にアノードが接続された高圧ダイオード11a~11dは、点火極性と同極性

となるように各点火プラグ8a~8dの一端にカソードが接続されている。コンデンサ9の他端に接続されたイオン電流検出用の抵抗器12は、イオン電流*i*を電圧変換してイオン電流検出信号*Ei*として出力する。

【0022】抵抗器12は、グランドを介して各点火プラグ8a~8dの他端に接続されており、コンデンサ9および高圧ダイオード11a~11dとともに、イオン電流*i*の流れる経路を形成している。

【0023】抵抗器12から出力されたイオン電流検出信号*Ei*は、波形整形回路13を介して波形整形信号*Fi*となり、続いて、バンドパスフィルタ14を介してノック信号*Ki*のみが抽出され、さらに、比較回路15を介してノックパルス列*Kp*に変換された後、ECU2内のカウンタ21に入力される。

【0024】波形整形回路13、バンドパスフィルタ14および比較回路15は、イオン電流検出信号*Ei*からノックパルス列*Kp*を抽出するための波形処理手段を構成している。ノックパルス列*Kp*は、ECU2内においてパルス数*N*がカウントされ、パルス数*N*は、前述のようにノックの有無の判定に用いられる。

【0025】ECU2は、ノック検出手段から出力されたノックパルス列からノックを判定するものであり、ある特定の気筒の処理を例に挙げて説明する。まず、内燃機関の特定気筒において燃焼サイクル毎にノック検出手段から出力される各ノックパルス列*Kp*のノックパルス数(*npn*)からMAX値が抽出される。MAX値の抽出方法は、前回のMAX値(MAX [*p*])とノックパルス数の今回検出値(*npn* [*c*])とを比較し、 $MAX[p] \geq npn[c]$

の場合には、今回のMAX値(MAX [*c*])として前回のMAX値をホールドし、ホールド期間が終わっている場合は、所定の速度*γ*で減少させる。すなわち、 $MAX[c] = MAX[p] - \gamma$

一方、

$MAX[p] < npn[c]$

の場合には、MAX [*c*] を下式にて更新する。

$MAX[c] = MAX[p] \times \epsilon 1 + (npn[c] - MAX[p]) \times \epsilon 2$

ここで、 $\epsilon 1$  及び  $\epsilon 2$  は、補正係数である。MAX値の更新の様子を図4に示す。図4の例では、MAX値のホールド期間を0点火としてノック検出性を上げる設定としているが、ノックのS/N比が十分に得られている場合には、ホールド期間を設けた方がノイズリタードの発生を抑えられ有利である。また、ホールド期間終了後のMAX値の減少速度*γ*も、前述したホールド期間と同様の理由(ノック検出性とノイズリタードの抑制のバランス)によって決定されるものである。この減少速度*γ*は内燃機関の運転条件によって決まるマップ値でもよいし、BGL、MAX値、*npn*の関数としてもよい。例えば、減少速度を次式により求めてもよい。

減少速度:  $\gamma = (npn - MAX) \times \text{係数}$

【0026】次に、BGLは下式によって計算される。

$BGL = \alpha \times MAX + \beta$

ここで、 $\alpha$  及び  $\beta$  は定数である。図4では、 $\alpha = 1$ 、

2、 $\beta = 1$ としているが、 $\alpha$ 、 $\beta$ は内燃機関の運転条件によって決まるマップ値でもよい。正規分布を持つデータでは、 $MAX \approx \text{平均値} + 3\sigma$  ( $\sigma$ : 標準標準偏差)であることが知られているが、係数 $\alpha$ は「平均+3 $\sigma$ 」の3を4、5、... 相当としていく変数であり、 $\beta$ は常にノイズがBGLを超えることでMAX値を更新する

(ノイズリタードしながらMAX値を更新する)ことを防止するものである。このように、 $\beta$  (従来例のOFS)を小さく設定することにより、BGLの追従性が向上して、ノックパルスの状態が変化しても安定してノックを検出することが可能である。

【0027】前述のMAX算出式で、 $\epsilon 1 = \epsilon 2 = 1$ とすると、BGLはMAX値(すなわち*npn*)に追従して変化していくので、1発目のノックを検出するとBGLが上昇してしまい、BGLが減少する間のノック検出性が悪化してしまう。そこで、ノックを検出した場合には、MAX値の更新に補正を行う。判定条件は

$npn/BGL \geq \delta$

ここで、 $\delta$ は定数である。 $\delta$ はノックパルスのS/N比であり、1.5~1.2として内燃機関の運転条件で決まるマップ値としている。この判定を満たした場合、 $\epsilon 2 = 0.3$ としてMAX値(BGL)の上昇を抑えることにより、ノック検出性を向上させている。(本実施の形態では $\delta$ によらず、 $\epsilon 1 = 1$ としており、判定条件を満足しない場合には、 $\epsilon 2 = 1$ としている。)

また、図5に示すように、遅角量が発生すると、ノックが発生しなくなりノックパルス数が減少するが、ノックパルス数が減らない、すなわちノイズパルスが発生している場合には、BGLは次第に上昇してほぼMAXの $\alpha$ 倍で安定するので、 $\beta$  (OFS)に頼らずにノイズによる遅角量の発生を回避することが可能である。尚、図5のグラフの実線および破線はそれぞれ本発明および従来例による計算の結果である。図3は以上の制御動作を示すフローチャートである。次に、この図3を参照して、上記制御動作を簡潔に説明する。まず、内燃機関の特定気筒において燃焼サイクル毎にノック検出手段から出力されるノックパルス列*Kp*のノックパルス数(*npn* [*c*])と所定値 $\eta$  (*npn*が理論的にとりうる最大値)とを比較し(ステップS1)、 $npn[c] > \eta$ であれば、 $npn[c] = 0$ として(ステップS2)、ステップS3に進み、一方、ステップS1で $npn[c] \leq \eta$ であれば、直接ステップS3に進む。ステップS3では、*npn* [*c*] と前回の*npn*の最大値Max [*p*] とを比較し、 $Max[p] \geq npn[c]$ であれば、ステップS4へ進んで、現在のMAX値をホールドし、所定のホールド期間以降は、所定の速度で減少させ

る。すなわち、 $\text{Max}[c]$ を次式により求める。

$$\text{Max}[c] = \text{Max}[p] - \gamma$$

ここで、 $\gamma$ は所定値(MAX値減少速度)である。また、ステップS3で、 $\text{Max}[p] < \text{npn}[c]$ であれば、ステップS5に進んで、 $\text{npn}[c]/\text{BGL}[p]$ と所定値 $\delta$ とを比較する。 $\text{npn}[c]/\text{BGL}[p] < \delta$ であれば、ステップS6で $\text{MAX}[c]$ を $\text{npn}[c]$ として、ステップS8へ進む。ステップS5で、 $\text{npn}[c]/\text{BGL}[p] \geq \delta$ であれば、ステップS7に進んで、 $\text{MAX}[c]$ を次式により更新する。  

$$\text{MAX}[c] = \text{MAX}[p] \times \epsilon 1 + (\text{npn}[c] - \text{MAX}[p]) \times \epsilon 2$$

ステップS8では、 $\text{BGL}[c]$ を次式により更新する。

$$\text{BGL}[c] = \alpha \times \text{MAX}[c] + \beta$$

次に、ステップS9で、 $\text{BGL}[c]$ と所定値 $x$ とを比較し、 $\text{BGL}[c] \geq x$ であれば、処理を終了し、 $\text{BGL}[c] < x$ であれば、ステップS10へ進んで $\text{BGL}[c] = x$ として処理を終了する。本実施の形態1では、ノックの判定条件を $\text{npn}/\text{BGL}$ としたが、 $\text{npn}/\text{MAX}$ を用いても同等の結果が得られる。また、割り算の分母を零にしないために、 $\text{BGL}$ (又は $\text{MAX}$ )には下限値を設けている。この下限値は回転数と負荷のマップにしてもよい。

【0028】ノック強度は従来例と同様に、次式

$$\text{ノック強度}(\text{np}) = \text{npn} - \text{BGL}$$

で示される。このノック強度(np)が遅角量に変換され、点火時期の制御が行われる。この遅角量には、所定のホールド時間があり、ホールド後は所定速度で減少する。

【0029】実施の形態2。上記実施の形態1では、引き算によってノック強度(np)を計算しているので、S/N比が同じであってもパルス数が多いと遅角量も多く発生する。逆に、パルス数が少ない条件下では、同等のS/N比を持っても遅角発生量は少なくなってしまうことになる。これを解消するため、ノックの判定だけを次式、

$$\text{np} = \text{npn} - \text{BGL}$$

で行い、

$$\text{np} > 0$$

の場合に、下式のS/N比でノック強度を判断することにより、ノック制御性を向上させることができる。

$$\text{ノック強度}(\text{np}) = \text{npn} / \text{MAX}, \quad \text{又は} \quad \text{npn} / \text{BGL}$$

【0030】実施の形態3。上記実施の形態1では、ノイズなどの影響によってノックパルスに異常が発生した場合、すなわちパルス割れなどによって通常ではあり得ない数のnpnがカウントされると、BGLが異常に上昇することになる。そこで、本実施の形態3においては、npnに上限値を設け、この上限値を用いてMAX

値の更新を行うものである。これによって、ノイズなどによってBGLが異常に上昇するのを防止することができ、BGLが適正な値に戻るまでの時間を短縮することによって、ノック検出性が低下することを防止することができる。

【0031】実施の形態4。本実施の形態4では、npnに上限値を設け、上限値で制限がかかった場合には、異常が発生したと見なしてMAX値の更新をせず、現在の値を維持するものである。また、異常(npnが上限値を超える)の頻度(回数)が所定値を越えた場合には、ノック制御を禁止する。これによって、突発的なノイズの直後でもノックを検出することが可能であり、更に瞬間的な異常ではないと判断するとノック制御を禁止するので、より安全に機関を運転することができる。

【0032】実施の形態5。上記実施の形態1では、S/N比(npn/BGL)によって補正を行っているが、図6に示すように、この補正係数 $\epsilon 2$ を小さくするとノック検出性は向上するが、ノイズ回避性は低下する。図6中、bord.は切替ポイント値、al-mag.は切替後の $\epsilon 2$ である。また逆に、図7に示すように、補正係数を大きくすると、ノイズは回避してもノック発生時に十分な遅角量が得られないという問題が発生する。そこで、遅角量が所定値以下の場合には、ノック検出性を重視した補正係数を設定し、遅角量が十分得られた時点で補正係数を切り替えてノイズ回避を行う。この切り替えを行う遅角量にヒステリシスを持たせるとより、安定した動作が得られる。これによって、ノック検出性とノイズ回避の両方を両立させることが可能となる。図8では、遅角量が $6^\circ$ 未満では、

$$\text{S/N比} \geq \delta \text{で、} \epsilon 2 = 0.1$$

$$\text{S/N比} < \delta \text{で、} \epsilon 2 = 1$$

また、遅角量が $6^\circ$ 以上では、

$$\text{S/N比} \geq \delta \text{で、} \epsilon 2 = 0.3$$

$$\text{S/N比} < \delta \text{で、} \epsilon 2 = 1$$

として、遅角量でも補正係数の切り替えを行っている。また、遅角量が $6^\circ$ 以上では補正係数が $\epsilon 2 = 0.3$ となり、遅角量が $5^\circ$ 未満では $\epsilon 2 = 0.1$ に戻るというヒステリシスが設けられている。

【0033】実施の形態6。ここまでは、内燃機関の運転条件が緩やかに変化する場合について述べたが、次に運転条件が急激に変化する状態(過渡状態)について説明する。過渡状態とは、通常はスロットルの変化率が所定値以上、或いは回転数の変化率が所定値以上の場合である。ノックパルスの発生数は内燃機関の運転状態に応じて変化する。例えば、低回転ではパルス数は少なく、高回転になるとパルス数は増加する。従って、過渡状態では、ノック発生とは関係なくノックパルス数が大きく変化する。そこで、過渡状態と判断してから所定の期間(又は点火回数)に亘ってS/N比 $\geq \delta$ の状態では、補正係数 $\epsilon 2$ を大きくするとBGLの上昇が早くなり、過渡



時に不必要な遅角量が発生してパワーロスが発生するのを防止することができる。この際、MAX値減少速度( $\gamma$ )を小さくしたり、 $\alpha$ や $\delta$ を大きくしてBGL上昇を早くしても同じような効果が得られる。

【0034】実施の形態7。上記実施の形態6では、過渡状態と判定してから所定期間に亘って、S/N比 $\geq \delta$ における補正係数 $\epsilon 2$ を大きくしたが、過渡状態はノックの発生し易い状態でもある。そこで本実施の形態7では、過渡状態と判断してから所定の期間(又は点火回数)に亘ってS/N比 $\geq \delta$ の状態、補正係数 $\epsilon 2$ を小さくすることでBGLの上昇を遅くしており、これによってノックの発生を極力抑えることが可能である。この際、MAX値減少速度( $\gamma$ )を大きくしたり、 $\alpha$ や $\delta$ を小さくしてBGL上昇を遅くしても同じような効果が得られる。

【0035】実施の形態8。本実施の形態8では、過渡状態と判定された場合、機関の運転条件がノックパルス数が増える方向に変化しているのか、又はノックパルス数が減る方向に変化しているのかをECU2が判断して、BGLを上がり易くするか下がり易くするかを所定期間に亘って切り替えるものである。これにより、パルス数が増加する傾向にあると判断された場合には、上記実施の形態6と同様に、パラメーターの設定を変更してBGLの上昇を早くすることによりノイズリタードを防止することができ、更にパルス数が減少する傾向にある場合には、上記実施の形態7と同様に、パラメーターを変更してBGLの減少を早くしてノックの検出性を向上させることができる。

【0036】

【発明の効果】以上のように、本発明に係るノック制御装置は、内燃機関で発生するノックを、イオン電流に重畳する振動成分を抽出して所定の閾値で波形整形し、パルス数でノック強度を示すノックパルス列Kpを発生するノック検出手段と、前記ノック検出手段から出力されるノックパルス列Kpのパルス数Nをカウントし、このパルス数Nに基づいてノックの有無を判定するエンジン制御ユニットとを備え、前記エンジン制御ユニットは、前記パルス数を $\alpha$ 倍してピークホールドを行ってノック判定閾値(BGL)を算出するので、パルス数の平均値のみならず、ばらつき状態が変化してノックパルス数( $n_{pn}$ )が大きくなっても、安定してノックを検出することができる。また、ノック判定閾値(BGL)は、次式

$$BGL = \alpha \times MAX + \beta$$

$\alpha$ : 定数

$\beta$ : 定数

で計算され、MAXは燃焼サイクル毎に更新されていくが、発生したノックパルス数( $n_{pn}$ )が現在のMAX値以上であれば、次式

$$MAX = MAX \times \epsilon 1 + (n_{pn} - MAX) \times \epsilon 2$$

ここで、 $\epsilon 1$ および $\epsilon 2$ は補正係数、で更新され、ノックパルス数 $n_{pn}$ がMAX値以下であるサイクルが続く場合、所定期間MAX値をホールドし、更に前記所定期間以降は所定の速度( $\gamma$ )で前記MAX値が減算されていくので、 $\beta$ (従来のOFS)を1としても十分動作可能であり、パルス数が小さくなっても安定してノックを検出することができる。また、ノック、無ノック状態で $n_{pn}$ のS/N比が十分大きければMAX値にホールド期間を設けることにより、ノイズリタードを防止することができる。さらに、ホールド期間を零にすればMAX値の $n_{pn}$ に対する追従性が向上するので、ノック検出性を向上することができる。さらに、記エンジン制御ユニットは、前記ノックパルス数( $n_{pn}$ )とノックの判定閾値(BGL)で示されるS/N比( $n_{pn}/BGL$ )が所定値( $\delta$ )以上か、それ未満かによって前記補正係数( $\epsilon 1$ 、 $\epsilon 2$ )の少なくとも一方を切り替えるので、ノックと判定したサイクルでは、MAX値の更新に補正を行うことにより、良好なノック検出性を維持しながらノイズを回避することができる。また、この補正(補正係数の切り替え)はS/N比に基づいて行われるので、ノックパルス数に影響されずに安定した判定を行うことができる。さらに、従来例では、OFSマップを切り替えたが、本発明では係数を切り替えるだけであり、プログラムの簡略化が可能である。さらにまた、前記ノックパルス数( $n_{pn}$ )が前記ノックの判定閾値(BGL)より大きい( $n_{pn} > BGL$ )時に、ノックを検出して遅角量が発生させ、また、ノック強度 $n_p$ を、次式

$$n_p = n_{pn} / MAX、又は$$

$$n_p = n_{pn} / BGL$$

により算出し、算出されたノック強度 $n_p$ に応じた遅角量が発生することにより、ノックパルス数が少ない運転条件では、遅角量が少なくなるのを防止し、ノックパルス数が多い運転条件では、遅角量が過剰に発生するのを防止することができる。さらに、上記計算方式では、ノイズなどにより $n_{pn}$ が異常に増加した場合にはBGLも上昇してしまうため、ノック検出性が低下するが、本発明では、前記ノックパルス数 $n_{pn}$ に上限を設けることにより、BGLの異常な上昇を防止してBGLが適正な値に落ち着くまでの時間を短縮し、ノック検出性低下を防止することができる。さらにまた、前記ノックパルス数 $n_{pn}$ の上限値で制限がかかった場合には、前記MAX値を更新せずに現在の値を維持し、更に所定点火サイクル間に所定回数以上の異常サイクル( $n_{pn}$ が制限値以上)が発生した場合にはノック制御を禁止するので、 $n_{pn}$ が異常に増加した場合すなわち上限値以上の $n_{pn}$ が入力された場合を異常事態と判断して、MAX値の更新を禁止することにより、BGLの異常な上昇を防止することができ、これにより、ノイズなどの異常発生の直後でもノックを検出することが可能である。さら



に、異常の発生頻度が所定の値を越えた場合にはノック制御を禁止することにより、機関をより安全に運転することができる。また、ノックパルスのS/N比によって切り替えられる前記補正係数 $\epsilon_1$ および $\epsilon_2$ の値を、発生している点火時期の遅角量によっても変更することにより、ノック検出性を確保しつつ、ノイズを回避することが可能である。すなわち、遅角量の立ち上がり時期にはBGLの上昇を遅くし、ある程度以上の遅角が発生したらBGLの上昇速度を早くすることにより、ノック検出性とノイズ回避性能とを両立させることができる。さらに、機関の運転条件が急激に変化していると判断された場合には、前記補正係数 $\epsilon_1$ および $\epsilon_2$ 、前記MAX値の減少速度( $\gamma$ )および前記係数 $\alpha$ のうちの少なくとも一つを所定の期間に亘って減少させることにより、BGLの上昇を遅くしてノック検出性を高めて、ノックの発生を抑えることができ、或いはまた、前記補正係数 $\epsilon_1$ および $\epsilon_2$ 、前記MAX値の減少速度( $\gamma$ )および前記係数 $\alpha$ のうちの少なくとも一つを所定の期間に亘って増加させることにより、BGLの上昇を早くしてノイズリタードの発生を抑えて、機関のパワーロスを防止することができる。さらにまた、機関の運転条件が過渡状態と判定された場合には、ノックパルス数が増加する方向、又は減少する方向に運転条件が変化しているのかを判定して、所定期間に亘ってBGLの上昇、減少速度を決めるパラメータを切り替えることによって、常に適切な遅角量を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係るノック制御装置を概略的に示す構成図である。

【図2】 図1の各信号の動作波形を示すタイミングチャートである。

【図3】 本発明によるノックを判定するためのフローチャートである。

【図4】 本発明によるMAX値の推移を表す図である。

【図5】 本発明によるノイズ回避例を表す図である。

10 【図6】 本発明に係るノック制御装置の動作例( $\epsilon$ が大のとき)を表す図である。

【図7】 本発明に係るノック制御装置の動作例( $\epsilon$ が小のとき)を表す図である。

【図8】 本発明に係るノック制御装置の動作例( $\epsilon$ を切り替えるとき)を表す図である。

【図9】 従来装置の無ノック状態でのn p n、AVEおよびBGLの推移を表す図である。

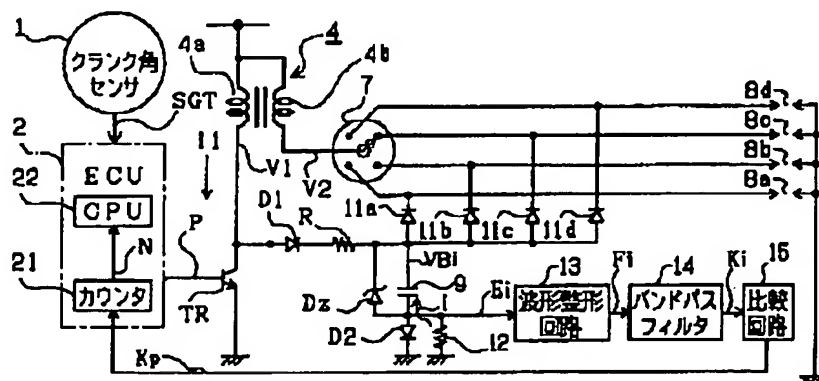
【図10】 従来例の無ノック時のイオン電流波形図である。

20 【図11】 従来例のノック発生時のイオン電流波形図である。

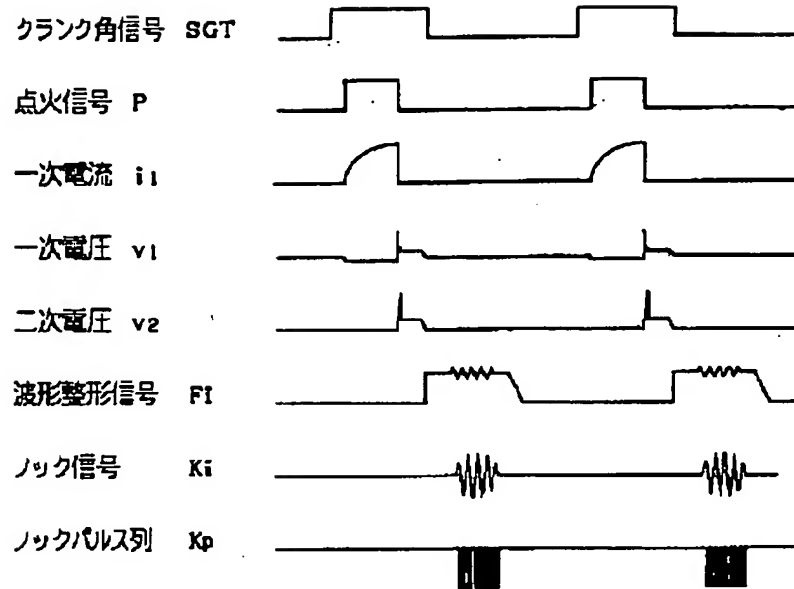
【符号の説明】

2 エンジン制御ユニット(ECU)、13 波形形成回路(ノック検出手段)、14 バンドパスフィルタ(ノック検出手段)、15 比較回路(ノック検出手段)。

【図1】

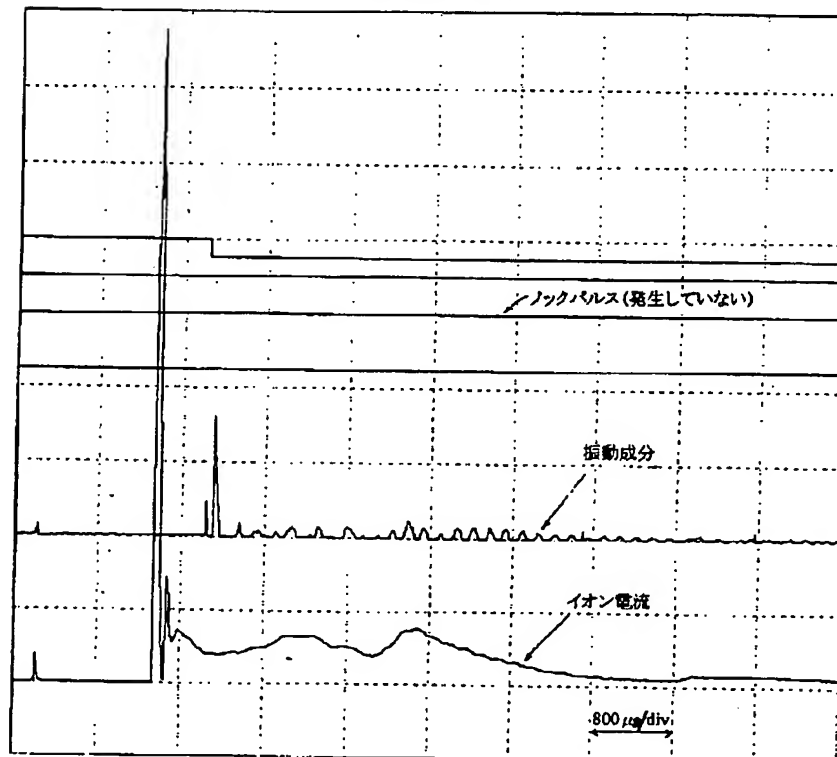


【図2】

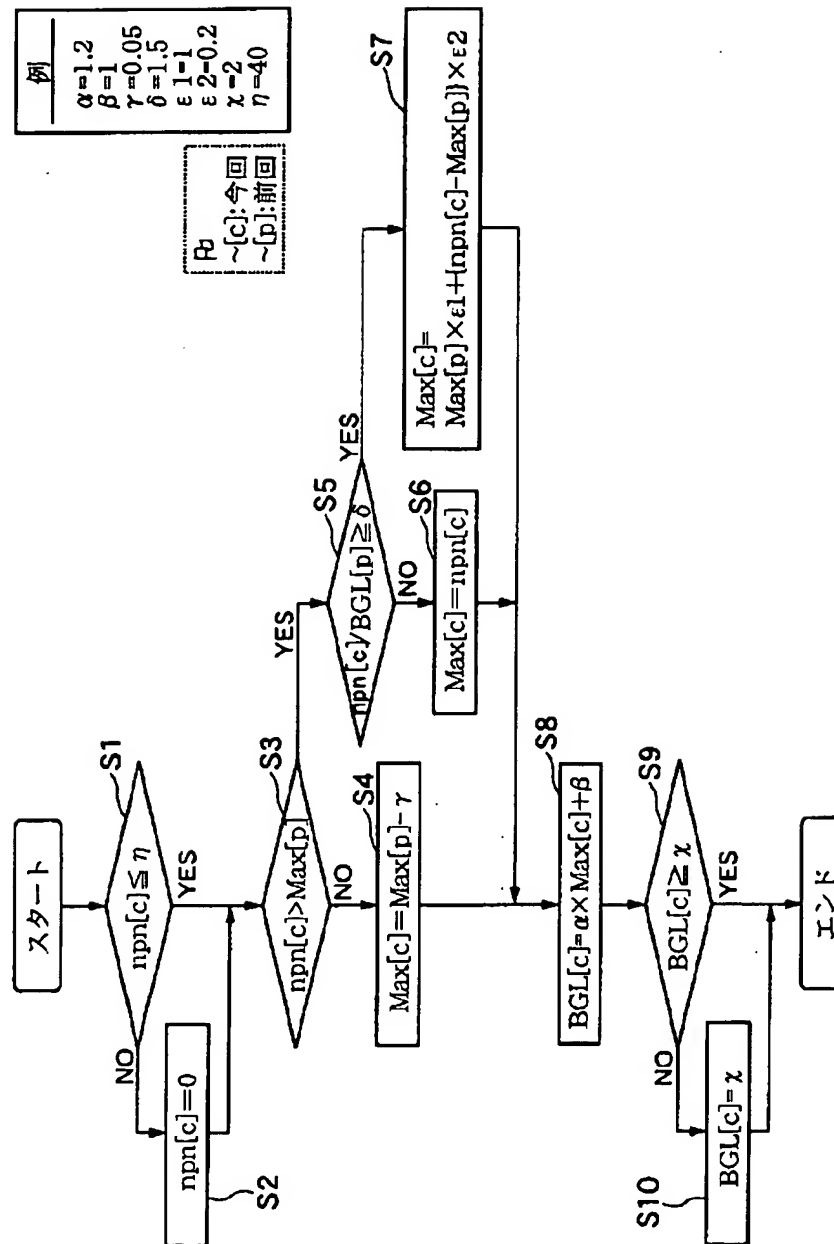


【図10】

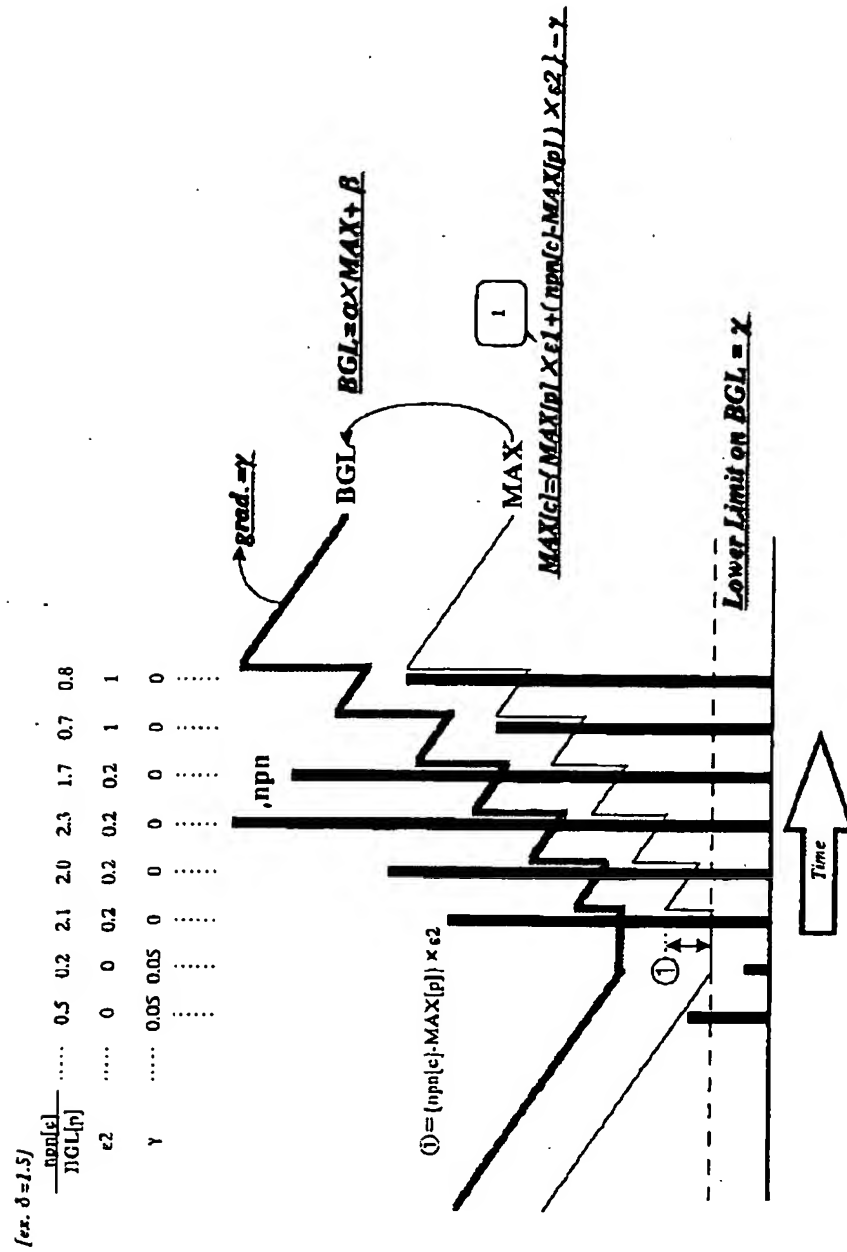
無ノック時のイオン電流波形  
(2000 rev/min WOT)



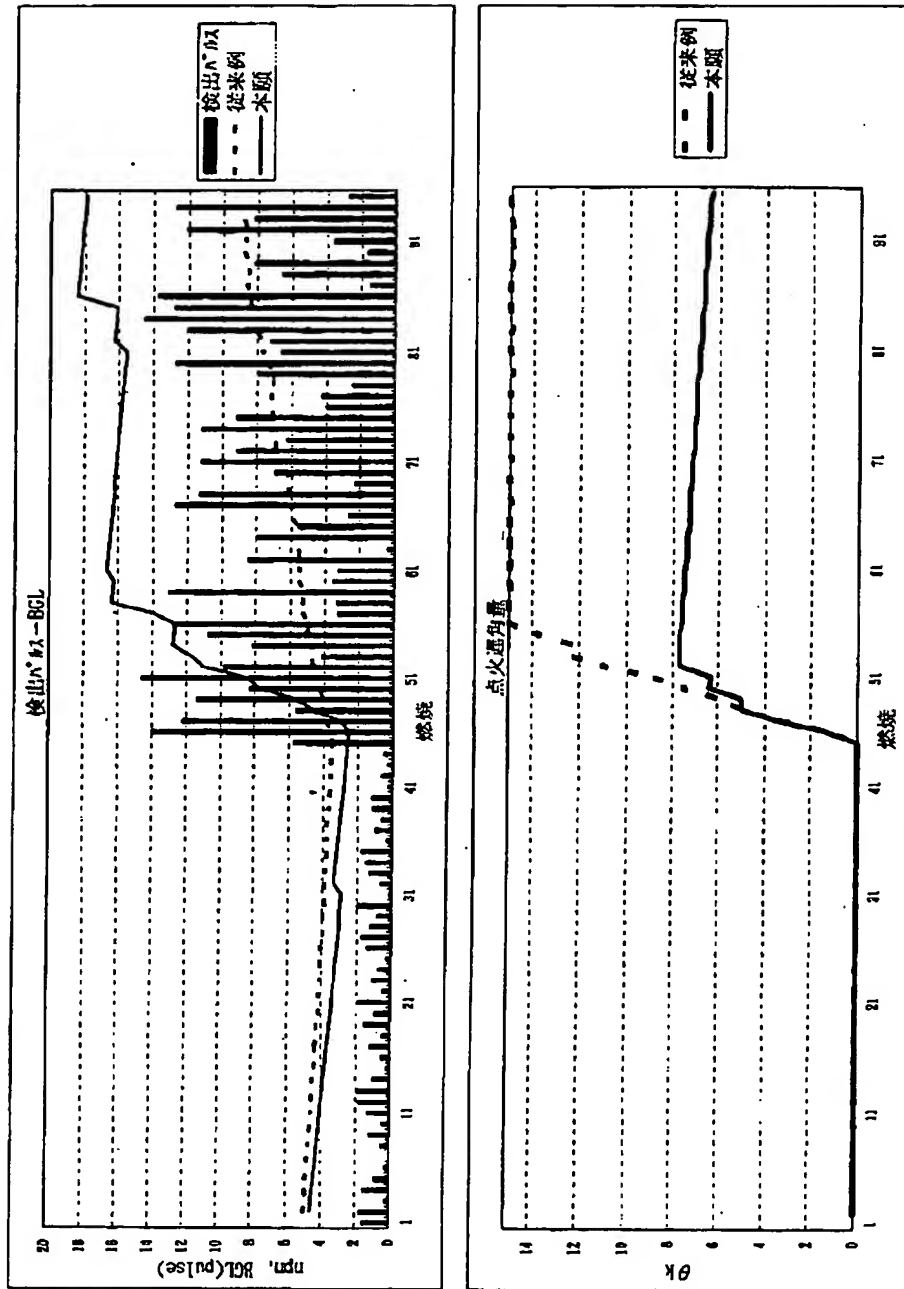
【図3】



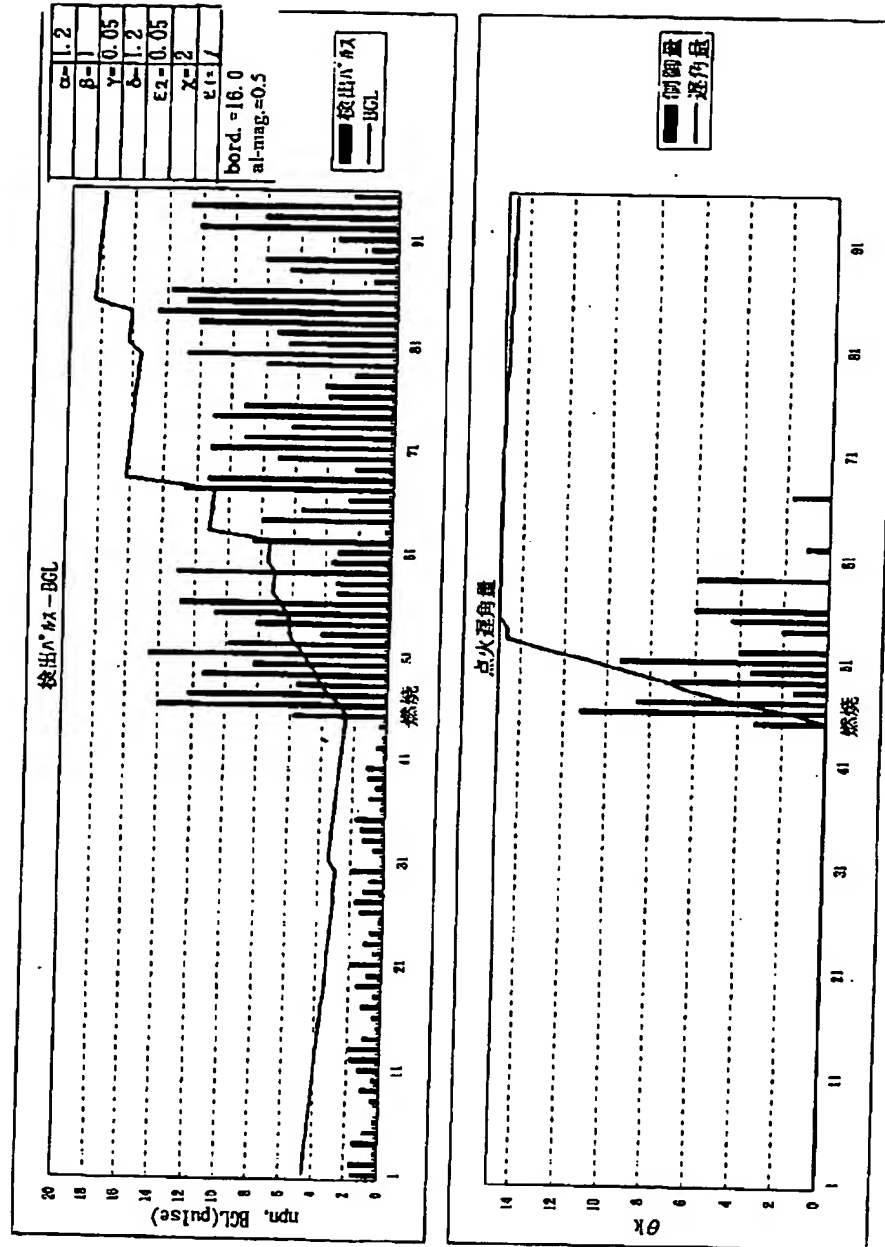
【図4】



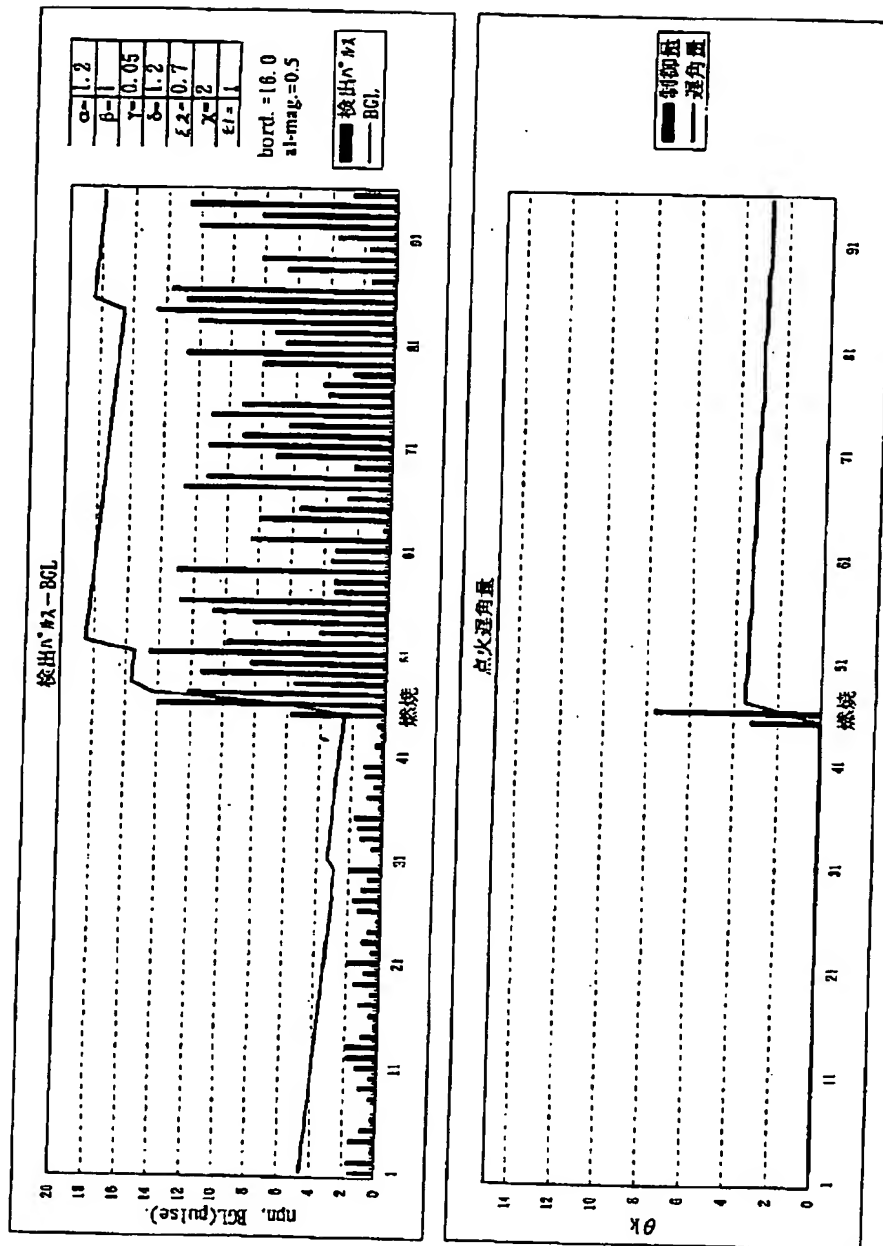
【図5】



【図6】



【図7】





検出率  $\beta$  - BCL

$\alpha = 1.2$   
 $\beta = 1$   
 $\gamma = 0.05$   
 $\delta = 1.5$   
 $\epsilon_1 = 1$   
 $\epsilon_2 = 0.1$   
 $\chi = 2$   
 $\text{bord.} = 6.0$   
 $\text{al-nug.} = 0.30$

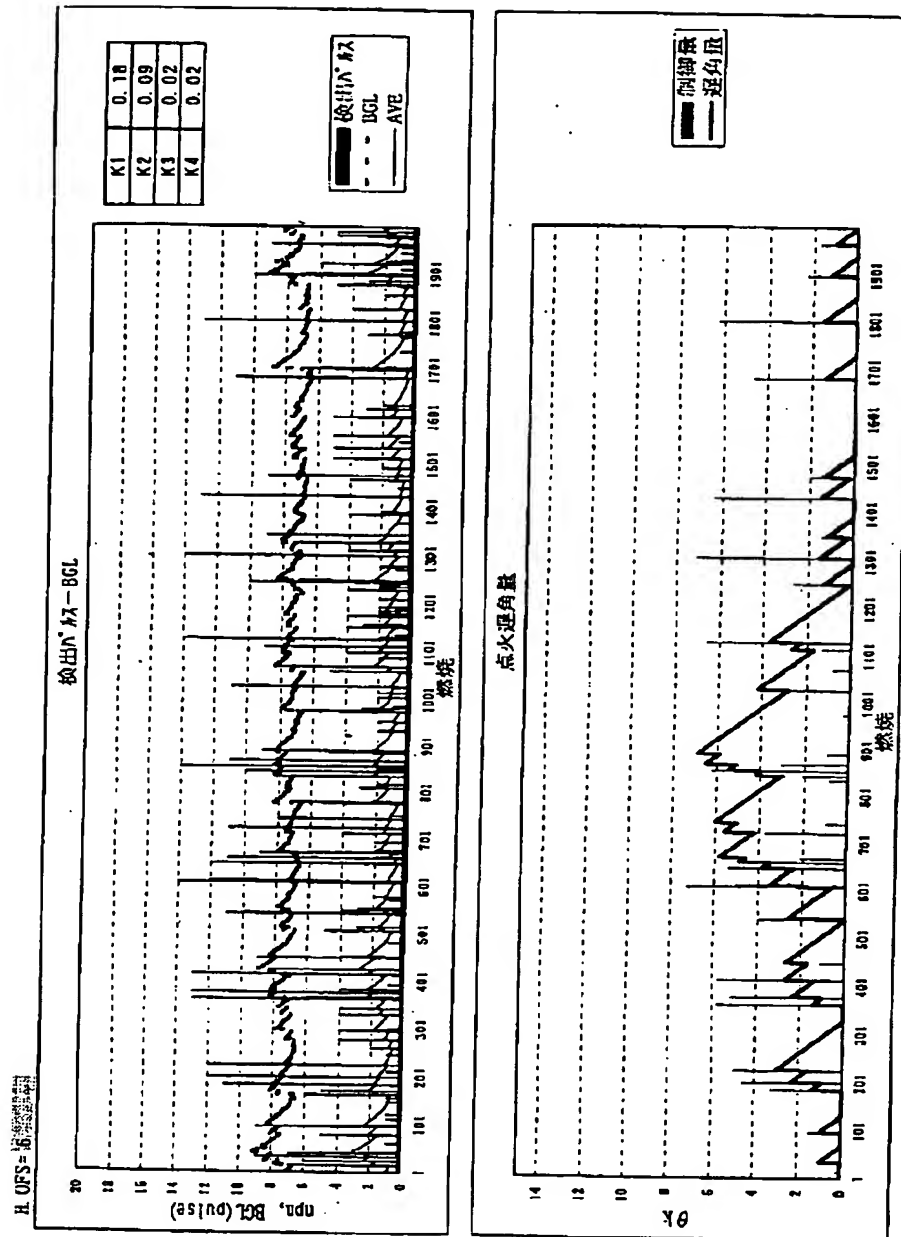
検出率  $\beta$   
 一切線有  
 一切線無

燃焼

点水源偽置

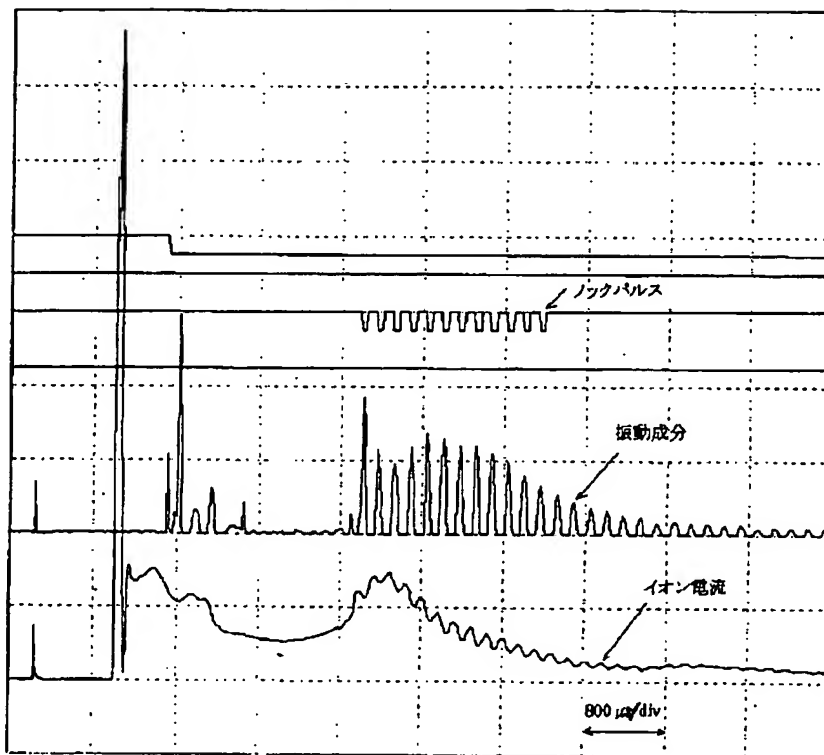
燃焼

【図9】



【図11】

ノック時のイオン電流波形  
(2000 rev/min WOT)



フロントページの続き

(72)発明者 岡村 浩一  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内  
(72)発明者 小岩 満  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

Fターム(参考) 3G019 AB01 AC08 BA01 GA01 GA14  
KD16  
3G022 BA06 DA02 EA02 FA03 GA01  
GA13  
3G084 BA17 DA04 DA38 EA01 EB12  
EC02 FA25 FA38